



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I799424 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：107120684

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 06 月 15 日

(51)Int. Cl. : G01J5/10 (2006.01)

G01R31/28 (2006.01)

(30)優先權：2017/06/16 美國

15/625,812

(71)申請人：美商富克有限公司(美國) FLUKE CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：席瓦 路易斯 SILVA, LUIS R. (US)；史都華 麥克 STUART, MICHAEL DEVIN (US)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201612527A

CN 106030320A

CN 106062569A

CN 106124992A

US 2016/0119592A1

審查人員：曾錦豐

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：7 共 47 頁

(54)名稱

熱非接觸式電壓及非接觸式電流裝置

(57)摘要

系統及方法藉由與電流及電壓之非接觸式測量組合而提供熱成像來偵測電路中之異常狀況。此類系統可實施在單一測試裝置中，或以有線組合實施，或以搭配多個測試裝置及/或配件之無線通訊實施方案實施，或以與一或多個額外裝置(諸如行動電話、平板電腦、個人電腦(PC)、基於雲端之伺服器)組合實施。包括一紅外線感測器的一熱成像工具可首先探索及成像一物件(諸如電路)中之一或多個熱異常。可使用一或多個非接觸式電流或電壓感測器來測量電流及/或電壓，此允許判定所測量位置處的電力損耗。電力損耗可用於判定一電路中之異常電阻性電力損耗之一估計以及與其相關聯之成本。

Systems and methods detect abnormal conditions in electrical circuits by providing thermal imaging combined with non-contact measurements of current and voltage. Such systems may be implemented in a single test device, or in wired combinations, or in wireless communication implementations with multiple test devices and/or accessories, or in combination with one or more additional devices, such as a mobile phone, tablet, personal computer (PC), cloud-based server, etc. A thermal imaging tool that includes an infrared sensor may first discover and image one or more thermal anomalies in an object, such as an electrical circuit. One or more non-contact current or voltage sensors may be used to measure current and/or voltage, which allows for determination of the power loss at the measured location. The power loss may be used to determine an estimation of the abnormal resistive power losses in a circuit, as well as the costs associated therewith.

指定代表圖：

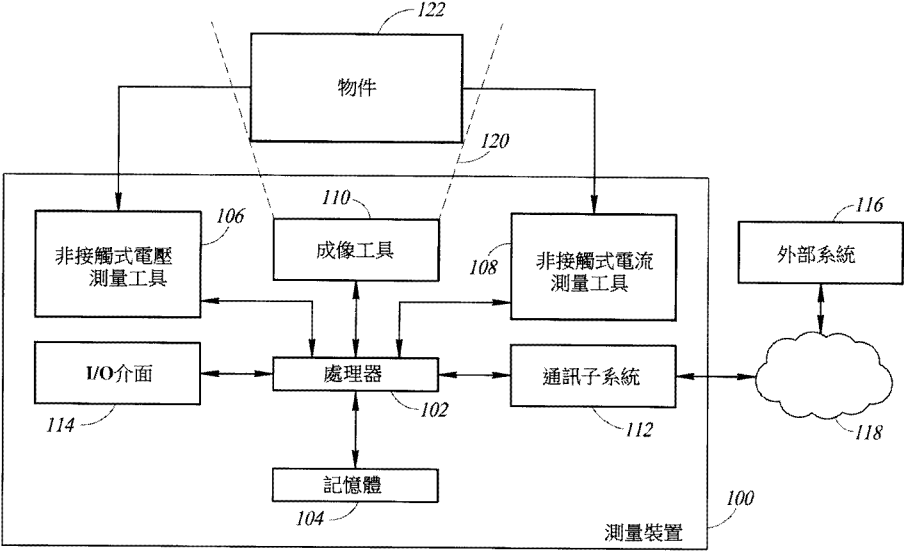


圖 1

符號簡單說明：

- 100 . . . 手持式熱非接觸式電壓及電流測量裝置；測量裝置
- 102 . . . 處理器
- 104 . . . 非暫時性處理器可讀儲存媒體或記憶體
- 106 . . . 非接觸式電壓測量工具(NVMT)
- 108 . . . 非接觸式電流測量工具(NCMT)
- 110 . . . 成像工具
- 112 . . . 通訊子系統或介面
- 114 . . . I/O 介面
- 116 . . . 外部裝置
- 118 . . . 有線或無線通訊網路
- 120 . . . 目標場景
- 122 . . . 受檢測物件 (電路)



I799424

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

熱非接觸式電壓及非接觸式電流裝置

【英文發明名稱】THERMAL NON-CONTACT VOLTAGE AND NON-CONTACT
CURRENT DEVICES**【中文】**

系統及方法藉由與電流及電壓之非接觸式測量組合而提供熱成像來偵測電路中之異常狀況。此類系統可實施在單一測試裝置中，或以有線組合實施，或以搭配多個測試裝置及/或配件之無線通訊實施方案實施，或以與一或多個額外裝置(諸如行動電話、平板電腦、個人電腦(PC)、基於雲端之伺服器等)組合實施。包括一紅外線感測器的一熱成像工具可首先探索及成像一物件(諸如電路)中之一或多個熱異常。可使用一或多個非接觸式電流或電壓感測器來測量電流及/或電壓，此允許判定所測量位置處的電力損耗。電力損耗可用於判定一電路中之異常電阻性電力損耗之一估計以及與其相關聯之成本。

【 英文 】

Systems and methods detect abnormal conditions in electrical circuits by providing thermal imaging combined with non-contact measurements of current and voltage. Such systems may be implemented in a single test device, or in wired combinations, or in wireless communication implementations with multiple test devices and/or accessories, or in combination with one or more additional devices, such as a mobile phone, tablet, personal computer (PC), cloud-based server, etc. A thermal imaging tool that includes an infrared sensor may first discover and image one or more thermal anomalies in an object, such as an electrical circuit. One or more non-contact current or voltage sensors may be used to measure current and/or voltage, which allows for determination of the power loss at the measured location. The power loss may be used to determine an estimation of the abnormal resistive power losses in a circuit, as well as the costs associated therewith.

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

100：手持式熱非接觸式電壓及電流測量裝置；測量裝置

102：處理器

104：非暫時性處理器可讀儲存媒體或記憶體

106：非接觸式電壓測量工具(NVMT)

108：非接觸式電流測量工具(NCMT)

110：成像工具

112：通訊子系統或介面

114：I/O介面

116：外部裝置

118：有線或無線通訊網路

120：目標場景

122：受檢測物件(電路)

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

熱非接觸式電壓及非接觸式電流裝置

【英文發明名稱】

THERMAL NON-CONTACT VOLTAGE AND NON-CONTACT
CURRENT DEVICES

【技術領域】

【0001】本揭露大致上係關於電路之各種性質的非接觸測量或偵測。

【先前技術】

【0002】高電阻電連接會導致電路中之電力損耗。此類連接通常稱為「電阻性電力損耗」、「銅損」或「 I^2R 損耗」。此方程式為歐姆定律之排列， $V=IR$ ，其描述電流(I)、電壓(V)與電阻(R)之間的關係。相關方程式為 $P=VI$ ，其指示功率(P)等於電流乘以電壓。從上述方程式中，電力損耗可由方程式 $P = I^2R$ 判定。根據此方程式，已知能量損耗或電力損耗隨著通過導體的電流(I)之平方而增大，並且與導體之電阻(R)成比例。

【0003】在電路中之電阻性電力損耗的情況中，電能非理想地轉換成熱能(紅外線能量)，並且不再能夠執行如所設計之意圖目的。在電力傳輸中幾乎始終有某程度的電

阻性電力損耗，但是電阻連接愈高愈會增加電力損耗，到達電技師及工程師將此狀況稱為產生「廢熱」的程度。從電力損耗觀點，此性質之個別問題本身一般不會非常昂貴，但是能源成本可能經過一段時間而上升或當在特定設施中有更大量這些問題存在時而上升。

【0004】使用紅外線成像(例如，熱影像法(thermography)、熱成像(thermal imaging))可偵測可指示高電阻連接存在於特定位置的熱圖案。遺憾地，雖然能夠發現高電阻問題之位置及來源對電技師、工程師及其他維護專業人員來說非常寶貴，但單單紅外線成像本身一般不能以切實可行方式量化能量損耗之量。

【發明內容】

【0005】一種非接觸式測量系統或裝置可概述為包括：一外殼；一熱成像子系統或工具，其設置在該外殼中或設置在該外殼上，該熱成像工具在操作中偵測來自包括一電路的一目標場景之紅外線輻射，並且產生該電路之熱圖形影像資料；一非接觸式電壓測量工具(NVMT)，其在操作中感測該電路之一絕緣導體中的一電壓，而無需流電地(galvanically)接觸該絕緣導體；一非接觸式電流測量工具(NCMT)，其在操作中感測該電路之一絕緣導體中的一電流，而無需流電地接觸該絕緣導體；一顯示器子系統；至少一個非暫時性處理器可讀儲存媒體，其儲存處理器可執行指令或資料之至少一者；及至少一個處理器，其通訊

地耦合至該至少一個非暫時性處理器可讀儲存媒體、該熱成像工具、該 NVMT、該 NCMT 及該顯示器子系統，在操作中，該至少一個處理器：接收來自該熱成像工具之熱圖形影像資料；經由該顯示器子系統呈現該熱圖形影像資料，該熱圖形影像資料指示該電路中之異常熱產生位置的存在或不存在；及接收來自該 NVMT 或該 NCMT 之至少一者的測量資料，該測量資料包含來自該 NVMT 之一電壓感測器信號或來自該 NCMT 之一電流感測器信號之至少一者，該電壓感測器信號指示受測試之該電路之一絕緣導體中的電壓，並且該電流感測器信號指示受測試之該電路之一絕緣導體中之電流。外殼可不具有外部暴露之導電表面。該 NVMT、該 NCMT 或該顯示器子系統之至少一者可設置在該外殼中或設置在該外殼上。該 NVMT 及該 NCMT 可各設置在該外殼中或設置在該外殼上。該 NVMT 或該 NCMT 之至少一者可設置在一分開之外殼中，並且可經由一有線或無線連接而可通訊地耦合至該至少一個處理器。在操作中，該至少一個處理器可基於該所接收測量資料來判定至少一個電氣參數，該所判定至少一個電氣參數包括功率。

【0006】 在操作中，該至少一個處理器可估計在一段時期內該電路之一絕緣導體中之一電力損耗量；及下列至少一個操作：經由該顯示器子系統呈現該所估計電力損耗量；或透過一有線或無線通訊介面傳達該所估計電力損耗量至一外部裝置。該段時期可包括數天、數周、數個月或

數年之至少一者。在操作中，該至少一個處理器可相對於該絕緣導體中之一預期電力損耗量來估計該絕緣導體中之該電力損耗量。在操作中，該至少一個處理器可判定與該所估計電力損耗量相關聯之一估計成本；並且經由該顯示器子系統呈現該所估計成本。該 NVMT 可包括至少兩個非接觸式電壓感測器，該等非接觸式電壓感測器允許同時測量該電路之兩個不同位置。該 NCMT 可包括一磁通量閘感測器、一霍爾效應感測器、一 Rogowski 線圈、一變流器、或一巨磁阻 (GMR) 磁感測器之至少一者。該 NVMT 可包括一電容式分壓器型電壓感測器、一參考信號型電壓感測器、或一多電容器型電壓感測器之至少一者。

【0007】在操作中，該至少一處理器可接收來自該 NVMT 之一電壓感測器信號，該電壓感測器信號係在一測量時間間隔期間藉由該 NVMT 所獲得；接收來自該 NCMT 之一電流感測器信號，該電流感測器信號係在該測量時間間隔期間藉由該 NCMT 所獲得；及基於該所接收電壓感測器信號及該所接收電流感測器信號來判定至少一個交流電 (AC) 電氣參數。在操作中，該至少一個處理器可引起該顯示器子系統呈現該所判定至少一個 AC 電氣參數。

【0008】該非接觸式測量裝置可進一步包括可操作地耦合至該至少一個處理器的一有線或無線通訊介面，其中該至少一個處理器在操作中經由該通訊介面發送資料至至少一個外部裝置，其中該資料與該熱圖形影像資料、該電壓感測器信號、該電流感測器信號或該所判定至少一個

AC電氣參數之至少一者相關聯。該通訊介面可包括一無線通訊介面，該無線通訊介面在操作中以無線方式發送該資料至該至少一個外部裝置。

【0009】一種操作一非接觸式測量裝置之方法可概述為包括：經由設置在該非接觸式測量裝置之一外殼中或該外殼上的一熱成像工具偵測來自包括一電路的一目標場景之紅外線輻射；經由該熱成像工具產生該電路之熱圖形影像資料；由至少一個處理器接收來自該熱成像工具之該熱圖形影像資料；經由一顯示器子系統呈現該熱圖形影像資料，該熱圖形影像資料指示該電路中之異常熱產生位置的存在或不存在；進行下列至少一個操作：經由一非接觸式電壓測量工具(NVMT)感測該電路之一絕緣導體中的一電壓，而無需流電地接觸該絕緣導體；或經由一非接觸式電流測量工具(NCMT)感測該電路之一絕緣導體中的一電流，而無需流電地接觸該絕緣導體；由該至少一個處理器接收來自該NVMT或該NCMT之至少一者的測量資料，該測量資料包含來自該NVMT之一電壓感測器信號或來自該NCMT之一電流感測器信號之至少一者，該電壓感測器信號指示受測試之該電路之一絕緣導體中的電壓，並且該電流感測器信號指示受測試之該電路之一絕緣導體中之電流；及由該至少一個處理器基於該所接收測量資料來判定至少一個交流電(AC)電氣參數。該方法可包括：經由一非接觸式電壓測量工具(NVMT)感測該電路之一絕緣導體中的一電壓，而無需流電地接觸該絕緣導體；及經由一非接

觸式電流測量工具(NCMT)感測該電路之一絕緣導體中的一電流，而無需流電地接觸該絕緣導體；其中判定至少一個AC電氣參數包含判定AC功率。

【0010】該方法可進一步包括：由該至少一個處理器估計在一段時期內該電路之一絕緣導體中之一電力損耗量；及下列至少一個操作：經由該顯示器子系統呈現該所估計電力損耗量；或透過一有線或無線通訊介面傳達該所估計電力損耗量至一外部裝置。

【0011】該方法可進一步包括：由該至少一個處理器判定與該所估計電力損耗量相關聯之一估計成本；及經由該顯示器子系統呈現該所估計成本。感測該電路之該絕緣導體中的一電壓而無需流電地接觸該絕緣導體可包括：用兩個非接觸式電壓感測器同時感測該電路之兩個不同位置，以獲得在該電路之該兩個不同位置之間的一電壓降。

【0012】一種非接觸式測量裝置可概述為包括：一熱成像工具，其在操作中偵測來自包括一電路的一目標場景之紅外線輻射，並且產生該電路之熱圖形影像資料；一非接觸式電壓測量工具(NVMT)，其在操作中感測該電路之一絕緣導體中的一電壓，而無需流電地(galvanically)接觸該絕緣導體；一非接觸式電流測量工具(NCMT)，其在操作中感測該電路之一絕緣導體中的一電流，而無需流電地接觸該絕緣導體；至少一個非暫時性處理器可讀儲存媒體，其儲存處理器可執行指令或資料之至少一者；及至少一個處理器，其通訊地耦合至該至少一個非暫時性處理器

可讀儲存媒體、該熱成像工具、該 NVMT、及該 NCMT，並且在操作中，該至少一個處理器：接收來自該熱成像工具之熱圖形影像資料；至少部分地基於該所接收熱圖形影像資料而提供該電路中之異常熱產生位置的存在或不存在之一指示；接收來自該 NVMT或該 NCMT之至少一者的測量資料，該測量資料包含來自該 NVMT之一電壓感測器信號或來自該 NCMT之一電流感測器信號之至少一者，該電壓感測器信號指示受測試之該電路之一絕緣導體中的電壓，並且該電流感測器信號指示受測試之該電路之一絕緣導體中之電流；及關聯於至少部分地基於該所接收熱圖形影像資料而提供一指示，而經由該顯示器子系統呈現該測量資料之至少一部分。

【圖式簡單說明】

【0013】在附圖中，相同參考標號標識類似元件或動作。附圖中元件之尺寸及相對位置未必按比例繪製。例如，各種元件之形狀及角度未必按比例繪製，並且這些元件中的一些可被任意放大及定位以改善圖式易讀性。此外，所繪製之元件之特定形狀不一定意欲傳達關於特定元件之實際形狀的任何資訊，並且可僅是為了便於在附圖中辨識而選擇。

圖1係根據一闡釋性實施方案之熱非接觸式電壓及非接觸式電流測量裝置的示意方塊圖。

圖2A係根據一闡釋性實施方案之熱非接觸式電壓及非

接觸式電流測量裝置的前立視圖。

圖2B係根據一闡釋性實施方案之圖2A之熱非接觸式電壓及非接觸式電流測量裝置的右側立視圖。

圖3係根據一闡釋性實施方案之包括經由有線連接而耦合至主控裝置的非接觸式感測器裝置的熱非接觸式電壓及非接觸式電流測量裝置的繪圖。

圖4係根據一闡釋性實施方案之包括經由無線連接而耦合至主控裝置的非接觸式感測器裝置的熱非接觸式電壓及非接觸式電流測量裝置的繪圖。

圖5係根據一闡釋性實施方案之熱非接觸式電壓及非接觸式電流測量裝置的示意圖，其包括非接觸式電壓測量裝置、非接觸式電流測量裝置、及非接觸式熱成像裝置，該等裝置與行動裝置及/或遠端外部裝置無線通訊。

圖6係根據一闡釋性實施方案之包括主控裝置及複數個無線非接觸式感測器裝置之熱非接觸式電壓及非接觸式電流測量裝置的圖示。

圖7展示根據一闡釋性實施方案，當用於偵測連接兩個電導體之電連接器中之異常熱狀況時圖6之熱非接觸式電壓及非接觸式電流測量裝置的實例性操作。

【實施方式】

【0014】本揭露之一或多個實施方案提供之系統及方法提供熱成像及非接觸式電壓或電流測量感測器，以偵測或測量電路中之異常狀況。此類系統及方法可實施在單一

測試裝置中，或以有線組合實施，或以搭配多個測試裝置及/或配件之無線通訊實施方案實施，或以與一或多個額外裝置(諸如行動電話、平板電腦、個人電腦(PC)、基於雲端之伺服器)組合實施。

【0015】在至少一些實施方案中，包括紅外線感測器的測量裝置之熱成像子系統或工具可首先探索及成像一物件(諸如電路)中之一或多個熱異常。然後，使用者或測量裝置可分析所偵測到之熱圖案，其可指示局部高電阻電連接，或由於不正確導體或組件大小而產生之高電阻。例如，一絕緣線所具有之直徑可能對於該線載送的電流量而言太小。舉另一實例，連接器可能損壞或可能安裝不當，從而引起比預期更高之阻抗。測量裝置之非接觸式電流感測器工具可用於測量熱異常之直接區中之電流負載。同樣地，測量裝置之非接觸式電壓感測器工具可測量熱異常之直接區中之電壓。當正確同步時，測量裝置或測量資料所傳輸至之外部裝置則可使用所測得電流資料及電壓資料來判定所測量位置處的電力損耗。當與電路中之預期之理論電力損耗進行比較時，可使用所測得電力損耗來判定電路區中異常電阻性電力損耗之估計。

【0016】此外，在至少一些實施方案中，測量裝置可利用電力成本資訊來計算一段時間(例如，數天、數周、數月、數年)的電力損耗之成本估計。例如，電力成本資訊(例如，每千瓦小時之價格)可由使用者手動輸入，或可儲存在可由測量裝置或通訊地耦合至測量裝置之裝置存取

的本端或遠端儲存裝置中。可使用成本資訊連同所判定電力損耗，以估計一段時間之電力損耗成本。然後，決策者可以使用此電力成本估計，以作出經濟上合理之修復決策，或可用在能源效率稽核所需之估計中，以及在存在這些問題且使用這些工具的設施中進行計算。

【0017】在至少一些實施方案中，測量裝置可用於探索、文件記錄及量化由於存在一些類型電氣負載或裝置而造成的無功電力損耗，無功電力損耗經常造成工業及商業設施的無意操作成本的衍生結果。下文參考附圖詳細論述本揭露之各種實施方案。

【0018】在下文描述中，提出某些具體細節以提供對各種所揭露實施方案的透徹理解。然而，所屬技術領域中具通常知識者將瞭解，可在沒有這些具體細節之一或多者的情況中實踐實施方案，或運用其他方法、組件、材料等實踐實施方案。在其他情況中，未展示或詳細描述與電腦系統、伺服器電腦及/或通訊網路相關聯之熟知結構，以避免不必要地模糊實施方案之說明。

【0019】除非上下文另外要求，否則在整個說明書及申請專利範圍中，用詞「包含 (comprising)」與「包括 (including)」同義，並且係內含或係開放式的(即，不排除額外、未列舉之元件或方法動作)。

【0020】在本說明書通篇中提及「一個實施方案 (one implementation)」或「一實施方案 (an implementation)」意指關聯於該實施方案描述之一特定特徵、結構或特性被

包括在至少一個實施方案中。因此，在本說明書通篇各處，出現的片語「在一個實施方案中」或「在一實施方案中」不一定都是指相同實施方案。此外，可在一或多個實施方案中以任何合適方式來組合特定特徵、結構或特性。

【0021】如本說明書與隨附之申請專利範圍中所使用者，單數形式「一(a/an)」與「該(the)」皆包括複數的指涉，除非上下文另有明確指定。亦應注意，除非上下文明確另有所指定，否則用語「或(or)」在使用時通常包括「及/或(and/or)」之意涵。

【0022】在此提供的本揭露之標題及摘要僅為方便起見，並且不應解讀為實施方案之範疇或含義。

【0023】圖1展示根據本揭露之一或多實施方案之一手持式熱非接觸式電壓及非接觸式電流測量裝置100(「測量裝置」)的示意方塊圖。測量裝置100可操作以判定從非接觸式電流或電壓測量所獲得或自非接觸式電壓或電流測量值所導出的一或多個AC電氣參數(例如，電壓、電流、功率、能量、頻率、諧波)。測量裝置100可係大致上經組態以在進行測量時握持在使用者手中的「手持裝置」或系統。然而，應理解，測量裝置100無需始終握持在使用者手中並且可由使用者例如藉由將系統或裝置固定或懸掛在支撐件或機器上予以定位而未被握持。在其他實施方案中，測量裝置100可經設計成可移除地或永久地定位在特定位置以監測及測量一或多個電路。

【0024】測量裝置100包括一處理器102、非暫時性處

理器可讀儲存媒體或記憶體 104、一非接觸式電壓測量工具(NVMT) 106、一非接觸式電流測量工具(NCMT) 108、一成像工具 110、一通訊子系統或介面 112、及一I/O介面 114。在至少一些實施方案中，測量裝置 100可不包括上述組件之各者，或可包括圖 1中未描繪之額外組件。可藉由至少一可移除式或非可移除式電池、藉由主電源(electrical mains)、藉由感應式電力系統、藉由熱能轉換系統等來供電給測量裝置 100之各種組件。另外，測量裝置 100之各種組件可設置在單一外殼中或設置在單一外殼上，或可跨經由有線及/或無線通訊頻道通訊地耦合在一起的多個實體裝置或工具分布。在至少一些實施方案中，測量裝置 100沒有暴露之導電組件，這消除測量裝置 100與電路流電接觸的可能性。

【0025】處理器 102可藉由支援指令的執行而用作為測量裝置 100之運算中心。處理器 102可包括用於處理光學資料的影像處理器。處理器 102可包括一或多個邏輯處理單元，諸如一個或多個中央處理單元(CPU)、微處理器、數位信號處理器(DSP)、特殊應用積體電路(ASIC)、場可程式化閘陣列(FPGA)等。記憶體 104可包括一或多種形式之非暫時性處理器可讀儲存媒體，其可包括適於儲存可由一或多個裝置組件(諸如處理器 102)存取之程式或資料的目前可得或未來開發之儲存媒體。記憶體 104可係可移除式或非可移除式並且可係揮發性或非揮發性。記憶體之非限制性實例包括硬碟、光碟、RAM、ROM、EEPROM及快

閃記憶體類型。

【0026】通訊子系統112可包括一或多個組件，用於透過一或多個有線或無線通訊網路118(例如，網際網路)來與外部裝置116通訊。外部裝置116可係行動電話、平板電腦、個人電腦(PC)、基於雲端之伺服器。無線通訊介面112之非限制性實例包括Wi-Fi®、Bluetooth®、Bluetooth® Low Energy(低功耗藍牙)、Zigbee®、6LoWPAN®、Optical IR(光學紅外線)、無線HART等。有線通訊介面112之非限制性實例包括USB®、乙太網路、PLC、HART、MODBUS、FireWire®、Thunderbolt®等。另外，除了發送資料至外部裝置116外，在至少一些實施方案中，測量裝置100可經由有線或無線通訊介面112接收來自外部裝置116的資料或指令(例如，控制指令)之至少一者。

【0027】I/O介面114可包括例如一或多個輸入裝置及顯示器子系統。一般而言，I/O介面114可包括允許使用者或外部系統與處理器102互動的任何裝置以及允許處理器102顯示資訊(諸如影像)的任何裝置。在至少一實施方案中，I/O介面114允許使用者控制或設定測量裝置100以執行特定測量或向測量裝置100請求特定資料。如下文更詳細論述，關於行動測量裝置100之特定組態的資訊可儲存在記憶體104中。I/O介面114之顯示器子系統可係例如液晶顯示器(LCD)裝置、發光二極體(LED)顯示器等。在至少一些實施方案中，顯示器子系統可能夠顯示彩色影像。

在至少一些實施方案中，I/O介面114之顯示器子系統可包括允許使用者輸入的觸控螢幕。回應於使用者對I/O介面114之輸入，顯示器子系統可顯示與特定測量相關聯之資訊或資料。如下文進一步詳細論述，I/O介面114之顯示器子系統可顯示對應於由成像工具110接收之光學資料之一或多個影像。

【0028】I/O介面114可包括經組態以將輸入傳達至測量裝置100之處理器102的單一輸入裝置或輸入裝置之一組合。輸入裝置之非限制性實例包括按鈕、鍵盤、觸控板、開關、選擇器、旋轉開關或其他已知或後來開發的輸入裝置。如上述，I/O介面114可包括併入至顯示器子系統中作為觸控螢幕的輸入裝置。在至少一些實施方案中，測量裝置100操作以回應於輸入至I/O介面114之輸入裝置的使用者輸入或選擇來執行特定類型之測量。例如，特定測量組態係可藉由修改測量設定資料來組態。在至少一些實施方案中，設定資料可與特定測量資料相關聯並且儲存在記憶體104中。在一實例中，若使用者按下I/O介面114之輸入裝置之特定按鈕，則可設定由測量裝置100執行之測量類型。舉另一實例，若按下特定按鈕，則熱成像工具110可作出回應而感測包括受檢測物件122(例如，電路)的目標場景120中之光學資料。

【0029】NVMT 106及/或NCMT 108可分別係任何合適的「非接觸」電壓感測器工具及電流感測器工具，其等能夠在需要受測試導體與測試電極或探針之間之流電連接

的情況中獲得測量結果。因此，應理解，用詞「非接觸(non-contact)」係指流電接觸，而不係實體接觸。NCMT類型之非限制性實例包括磁通量閘感測器、霍爾效應感測器、Rogowski線圈、變流器、巨磁阻(GMR)磁感測器等。NVMT類型之非限制性實例包括「電容分壓器(capacitive divider)」型電壓感測器、「參考信號」型電壓感測器、「多電容器」型電壓感測器等。

【0030】一般而言，電容分壓器型電壓感測器工具或系統測量絕緣導體(例如絕緣線)的AC電壓，而不需要導體與測試電極或探針之間的流電連接。電容分壓器型電壓感測器工具可包括可變電容工具，該可變電容工具操作以產生介於受測試之絕緣導體與接地(earth ground)或其他參考之間的可變電容電壓。在測量期間，非接觸式電壓測量裝置改變可變電容工具之電容以變更介於受測試之絕緣導體與接地之間的電容分壓器電路之阻抗。藉由循序地進行跨可變電容工具的兩次(或三次)測量，可判定絕緣導體的AC電壓，而不需要對絕緣導體的任何流電連接。

【0031】一般而言，「參考信號」型電壓感測器工具可係包括導電感測器、內部接地防護件及參考屏蔽件的非接觸式電壓感測器工具。共模參考電壓源可電耦合在內部接地防護件與參考屏蔽件之間以產生AC參考電壓，該AC參考電壓引起參考電流通行通過導電感測器。至少一個處理器可接收指示由於AC參考電壓及絕緣導體中之AC電壓而使電流流動通過導電感測器之信號，並且至少部分地基

於所接收信號來判定絕緣導體中之AC電壓。

【0032】一般而言，「多電容器」類型之電壓感測器工具可包括複數個導電感測器，該複數個導電感測器與一絕緣導體電容耦合。關於影響電容耦合之至少一個特性，該複數個感測器之各者可不同於該等導電感測器之其他者。至少一個處理器接收指示由於絕緣導體中之AC電壓而在導電感測器處之電壓的信號，並且至少部分地基於所接收信號來判定絕緣導體中之AC電壓。

【0033】此類非接觸式感測器工具的各種非限制性實例揭露於2016年11月11日申請之美國臨時專利申請案第62/421,124號；2016年11月7日申請之美國專利申請案第15/345,256號；2017年1月23日申請之美國專利申請案第15/413,025號；2017年1月23日申請之美國專利申請案第15/412,891號；2017年5月24日申請之美國專利申請案第15/604,320號；及2017年6月16日申請之美國專利申請案序列號第15/625,745號中，該等案內容全文以引用方式併入本文中。

【0034】成像工具110包括至少一紅外線線(IR)熱成像裝置或工具，並且可選地包括可見光(VL)成像工具。在至少一些實施方案中，成像工具110可能夠偵測可見光(VL)、近紅外線(NIR)、短波長紅外線(SWIR)、長波長紅外線(LWIR)、兆赫波(THz)、紫外線(UV)、X射線或其他波長之任何組合。在其中成像工具110包括VL成像工具的實施方案中，測量裝置100可呈現影像給使用者，該等影

像係VL影像及熱影像或在其他非VL波長處所偵測到之影像的組合(例如，覆疊)。

【0035】在操作中，測量裝置100可由使用者操縱，使得成像工具110被引導以捕獲在成像工具110的目標場景或視場120中之物件122(例如，電路或其部分)的影像。成像工具110可捕獲一或多個熱影像，以及可選地一或多個可見光影像，該等影像可顯示在測量裝置100之I/O介面114的顯示器子系統上。使用者可利用該等影像來偵測受檢測物件122中之異常熱產生位置。替代地，測量裝置100可執行影像分析以自動偵測物件122中之一或多個異常熱產生位置。此類快速識別潛在關注位置對於諸如電路之物件可為有利的，該等物件具有許多(例如，數十，數百，數千)原需針對潛在異常熱產生問題對其進行手動測試的位置。

【0036】然後使用者可分別利用NVMT 106或NCMT 108之至少一者來獲得在經由熱成像工具110識別為具有異常熱產生之一或多個位置處的電壓或電流測量值。例如，熱影像資料可展示靠近指示較高熱耗散區之導體連接點的熱圖案，其中熱圖案根據隨著相距於該較高熱耗散區之距離增加而沿導體或組件梯度地減小而逐漸減弱(參見例如圖7)。NVMT 106或NCMT 108可用於獲得如藉由來自熱成像工具110之紅外線影像所指示的最高電阻點(其指示過熱)處或附近的一或多個讀數。舉一實例，NVMT 106可用於獲得在導體之受熱區之兩側上的電壓測量值，以獲得跨

該區的一電壓降。另外或替代地，NCMT 108可用於獲得導體之受熱區的電流測量值。使用此類資訊，測量裝置可判定在受熱區中因 I^2R 損耗或「銅損耗」之電力損耗量。在至少一些實施方案中，NVMT 106、NCMT 108及成像工具110中之至少兩者能夠彼此同時獲得測量值，這可允許更精確測量值。

【0037】在操作中，處理器102接收來自NVMT 106及NCMT 108之信號以分別獲得電壓測量值及電流測量值。處理器102可利用此類電壓測量值及電流測量值來基於測量值之組合而導出額外之AC電氣參數。這類參數可包括，例如，功率(例如，實際功率、表觀功率等)、相位(例如，三相)、頻率、諧波、能量等。

【0038】在至少一些實施方案中，電壓及電流感測器信號可在一共同或重疊之測量時間間隔期間藉由各別NVMT 106及NCMT 108所獲得，該時間間隔之持續時間可相當短(例如，10毫秒(ms)、100 ms、1秒、10秒、30秒)。例如，NVMT 106及NCMT 108可彼此至少部分同時地獲得測量值。舉另一實例，NVMT 106及NCMT 108之一者可在實質上緊接在NVMT及NCMT之另一者獲得測量值之後立即獲得測量值，使得測量值是幾乎同時獲得的。在一些實施方案中，NVMT 106及NCMT 108可操作以依指定間隔(例如，每10 ms、每100 ms、每1秒、每10秒)同時或相繼地重複獲得測量值。一般而言，在至少一些實施方案中，NVMT 106及NCMT 108兩者在充分短之測量時間間隔內獲

得其等各別測量值，使得成對之電壓測量值及電流測量值對應於彼此，這允許使用所獲得之電流測量值及電壓測量值來精確導出或判定一或多個AC電氣參數(例如，功率、相位)。

【0039】處理器102可引起I/O介面114之顯示器子系統呈現所測量或所導出之參數之一或多者，並且可提供一或多個特性之圖形表示。此類圖形表示可包括波形、諧波條形圖等。可經由I/O介面114之顯示器子系統呈現的實例信號特性包括電壓、電流、頻率、功率參數(例如，瓦特、KVA)、相位、能量、諧波、相位序列偵測等。接著，使用者可利用資訊來採取適當動作(若需要)，例如更換具有異常熱產生之連接或導體。

【0040】在至少一些實施方案中，NVMT 106及NCMT 108中之一者或兩者可各自包括多個感測器工具(例如，2個感測器工具，3個感測器工具，6個感測器工具)，這可允許改善測量值，或在電壓情況中，可允許容易地測量跨特定組件(例如連接器)上的一電壓降。在至少一些實施方案中，使用所獲得之測量值，測量裝置100可藉由比較所測得狀況與受檢測物件之理論或預期狀況來計算電力損耗。在至少一些實施方案中，可比較所測得電力損耗與先前針對特定受檢測物件或針對與受檢測物件相似或相同之物件所獲得的基線電力損耗測量值。

【0041】在至少一些實施方案中，測量裝置100可經程式化而具有電力使用成本資訊(例如，每千瓦小時之價

格)，該電力使用成本資訊允許測量裝置100或通訊地耦合至測量裝置之裝置估計一段時間之個別高電阻位置之總成本(若不進行任何處置)。在至少一些實施方案中，測量裝置100可進一步估計若經過一段時間狀況惡化至更糟程度之額外成本。此類特徵輔助決策者決定是否維修組件，並且亦提供一種方式來基於惡化狀況之成本及/或可能性來排定多個所發現問題的維修優先順序。

【0042】在至少一些實施方案中，當藉由成像工具110、NVMT 106及NCMT 108中之一或多者觀察到某些準則時，測量裝置100之I/O介面114可產生警報信號(例如，可聽、可視、信號)。

【0043】圖2A至圖6展示利用熱成像、非接觸式電壓測量及/或非接觸式電流測量來偵測電路中之異常狀況的測量裝置之各種實例性實施方案。下文論述之測量裝置之各者可包括上文論述之測量裝置100之一些或全部組件及特徵。

【0044】圖2A及圖2B展示一實例性測量裝置200。測量裝置200可包括上文論述之圖1之測量裝置100之一些或全部組件及特徵。測量裝置200包括一外殼202、一輸入介面203、一顯示器子系統204及可由使用者抓握的一手柄部分205。輸入介面203可包括一或多個按鈕、撥號盤、觸控板等。輸入介面203亦可例如與顯示器子系統204整合為一觸控螢幕。測量裝置200之外殼202包括一前端部分206，該前端部分包括可用於測量電壓及電流之至少一者的至少

一個非接觸式感測器工具。例如，前端部分 206 可包括一非接觸式電壓感測器工具、一非接觸式電流感測器工具、能夠測量電流及電壓兩者的一單一非接觸式感測器工具、或其等之任何組合。

【0045】測量裝置 200 之外殼 202 亦包括一熱成像工具 208 (圖 2B)，該熱成像工具可操作以捕獲一物件 (諸如電路) 的熱影像。在操作中，測量裝置 200 之成像工具 208 可在顯示器 204 上提供可視影像 (例如，紅外線、VL 影像)，並且可以可選地以雷射引導。然後，使用者可將前端部分 206 定位在靠近經判定具有異常熱產生之電路之位置處。一旦前端部分 206 經定位，測量裝置 200 可獲得電流測量值及電壓測量值之至少一者，其可用於判定電力損耗以及一段時間之此類電力損耗之成本。在至少一些實施方案中，測量裝置 200 可通訊地耦合至一基於處理器之外部裝置 (例如，智慧手機、平板電腦、伺服器、另一測量儀器) 經由一有線及 / 或無線通訊介面 (例如，USB、螺旋型纜線、Bluetooth® Low Energy、Wi-Fi®)。

【0046】圖 3 展示根據一闡釋性實施方案之一測量裝置 300 之另一實例。測量裝置 300 包括藉由纜線 306 或其他有線連接而耦合在一起的一第一外殼 302 及一第二外殼 304。在此實例中，第一外殼 302 包括一顯示器子系統 308、一使用者介面 310 及一熱成像工具 312 (以虛線展示)。第二外殼 304 係手持式裝置，該手持裝置包括前端部分 314，該前端部分包括用於測量電壓或電流之至少一者

的至少一個非接觸式感測器316。例如，至少一個非接觸式感測器316可僅包括至少一個非接觸式電壓感測器、僅包括至少一個非接觸式電流感測器、包括至少一個非接觸式電壓感測器及至少一個非接觸式電流感測器、或包括能夠感測電壓及電流兩者的至少一個非接觸式感測器。

【0047】在操作中，使用者可引導在第一外殼302中或上之成像工具312朝向待檢測物件。成像工具312可在顯示器子系統308上顯示熱影像資料，這允許使用者識別潛在具有異常高熱產生之位置。此外或替代地，測量裝置300可分析影像資料以自動識別產生異常高量熱的一或多個位置。使用者可同時或隨後將第二外殼304之前端部分314定位在靠近經判定過熱的位置處，使得可測量該位置之電壓及電流之至少一者，而無需受檢測導體與感測器316之間的流電連接。如上述，測量裝置300可利用此類測量值來判定絕對電力損耗、與預期或理論電力損耗相比較的相對電力損耗、所估計電力損耗成本等。然後，測量裝置300可引起經由顯示器子系統308呈現該等所判定參數中之一或多者給使用者。

【0048】圖4展示根據一闡釋性實施方案之一測量裝置400的另一實例。在許多方面，測量裝置400類似於圖3的測量裝置300。在此實施方案中，第一外殼302的組件經由無線介面(例如，Bluetooth®、Bluetooth® Low Energy、Wi-Fi®)來與第二外殼304的組件通訊(如無線信號402所指示)，而不是經由纜線306(圖3)通訊。

【0049】圖5展示根據一闡釋性實施方案之測量裝置500的另一實施方案。測量裝置500包括一行動裝置502、一非接觸式電壓測量工具504、一非接觸式電流測量工具506及一熱成像工具508。行動裝置502可係多種類型之行動裝置中之任何者，其包括但不限於行動電話、平板電腦、個人電腦、測量儀器(例如，DMM)等。在此實施方案中，非接觸式電壓測量工具504、非接觸式電流測量工具506及熱成像工具508之各者經組態以與行動裝置502進行無線通訊。此類通訊可包括指令或資料(例如，測量資料)之通訊。在一些實施方案中，非接觸式電壓測量工具504、非接觸式電流測量工具506及熱成像工具中之至少兩者可組合至單一外殼中。

【0050】在操作中，行動裝置502可接收及顯示成像資料、接收及顯示電壓測量資料及電流測量資料、以及判定或估計各種參數(例如電壓、電流、電力損耗、電力損耗之成本)以供呈現給測量裝置500的使用者。行動裝置502亦可發送資料或指令至一外部系統510，或可以透過一或多個有線或無線通訊網路512接收來自外部系統的資料或指令。外部系統510可包括任何類型之系統，諸如個人電腦、伺服器、基於雲端之伺服器等。

【0051】在一些實施方案中，行動裝置502或另一裝置可運作為介於非接觸式電壓測量工具、非接觸式電流測量工具506、一熱成像工具508與外部系統510之間的閘道裝置。在此類情況中，行動裝置502可不執行任何運算，

並且可不顯示影像資料，而是可在外部系統510與感測器工具504、506及508之間傳達指令或資料。在一些實施方案中，感測器工具504、506及508可操作以與外部系統510(例如，基於雲端之伺服器)透過一或多個有線或無線網路直接通訊而無需閘道裝置。

【0052】圖6係根據一闡釋性實施方案之測量裝置600的繪圖。測量裝置600包括主控裝置602，該主控裝置包括一顯示器子系統604及一成像工具606。測量裝置600亦包括複數個(展示三個)無線非接觸式感測器工具608(「從屬工具」)。無線非接觸式感測器工具608之各者可操作以測量非接觸式電壓、非接觸式電流、或兩者。無線非接觸式感測器工具608可透過合適的無線通訊協定(例Wi-Fi®、Bluetooth®、Bluetooth® Low Energy、Zigbee®、6LoWPAN®、Optical IR、wireless HART)來與主控裝置602進行無線通訊。在其他實施方案中，感測器工具608之至少一者可經由纜線或其他有線通訊通道(例如，USB®、乙太網路、PLC、HART、MODBUS、FireWire®、Thunderbolt®)來與主控裝置602通訊。

【0053】主控裝置602可操作以直接或透過閘道裝置612來與行動裝置610進行無線通訊。繼而，行動裝置610或閘道裝置612可操作以透過一或多個網路614來與遠端定位的外部系統616(例如，PC、伺服器)進行無線通訊。在一些實施方案中，主控裝置可能夠透過一或多個網路614來與外部系統616通訊，而無需與行動裝置610或閘道裝置

612 通訊。一般而言，應理解，本揭露設想在主控裝置 602、感測器工具 608、行動裝置 610、閘道裝置 612 與外部系統 616 之間的各種連接組合。

【0054】圖 7 展示圖 6 之測量裝置 600 的實例性操作。在此實例中，使用主控裝置 602 之熱成像工具來成像將一第一電導體 702 連接至一第二電導體 704 的一電路之電連接器 700。主控裝置 602 之顯示器 604 展示電連接器 700 及導體 702 與 704 的熱分佈，該熱分佈指示該電連接器係一高電阻區。在圖 7 中，使用陰影來顯示熱分佈，較少陰影指示較高熱耗散區，而較多陰影指示較低熱耗散區。在至少一些實施方案中，顯示器 604 可利用各種顏色來描繪電路之熱圖案。

【0055】一旦使用者及/或主控裝置 602 已識別電連接器 700 為潛在過熱產生區，使用者可獲得該電連接器的各種電流及電壓測量值。例如，使用者可將非接觸式感測器工具 608 之一者定位在靠近連接器 700 之一側上的第一導體 702 之一第一位置 706 處，並且可將非接觸式感測器工具 608 中之另一者定位在靠近連接器 700 之一相對側上的第二導體 704 之一第二位置 708 處。如上文所述，非接觸式感測器工具 608 之各者可操作以測量電壓及/或電流而不需要與導體 702 及 704 流電接觸。舉一實例，兩個感測器工具 608 可定位在位置 706 及 708 處，以測量跨電連接器 700 的一電壓降。在至少一些實施方案中，可使用兩個或更多個感測器(例如，非接觸式電壓感測器)來同時測量電路之兩個或

更多個不同位置。例如，連接器之任一側上的兩個感測器可用於同時測量連接器之任一側上的電壓，以提供跨連接器之一電壓降的精確測量值。

【0056】感測器608可將所獲得的測量資料發送至主控裝置602以供處理及呈現在顯示器604上。如上述，主控裝置602可判定跨連接器700的電壓降、流動通過連接器之電流、連接器的電力損耗、一段時間之連接器的電力損耗成本等。此類資訊可在顯示器604上呈現給使用者，及/或經由有線及/或無線通訊頻道發送至一或多個遠端裝置，如上述。

【0057】前述實施方式已經由使用方塊圖、示意圖及實例來闡述裝置及/或程序的各種實施方案。在此類方塊圖、示意圖及實例含有一或多個功能及/或操作的情況下，所屬技術領域中具有通常知識者將理解，可藉由多種硬體、軟體、韌體或其等之幾乎任何組合來個別地或統合地實施在此類方塊圖、流程圖或實例中之各功能及/或操作。在一實施方案中，本發明標的可經由特殊應用積體電路(ASIC)來實施。然而，所屬技術領域中具通常知識者將瞭解，本文所揭露之實施方案可整體地或部分地等效地在標準積體電路中實施為：在一或多個電腦上執行的一或多個電腦程式(例如，在一或多個電腦系統上執行的一或多個程式)；在一或多個控制器(例如，微控制器)上執行的一或多個程式；在一或多個處理器(例如，微處理器)上執行的一或多個程式；韌體；或其等之幾乎任何組合，並且將

瞭解，設計電路系統及/或撰寫用於軟體及/或韌體之程式碼是在參酌本揭露的所屬技術領域中具有通常知識者的技術內。

【0058】所屬技術領域中具通常知識者將瞭解，本文所述之許多方法或演算法可採用額外動作、可省略某些動作、及/或可依不同於指定之順序來執行動作。

【0059】此外，所屬技術領域中具通常知識者將明白，本文所教導之機制能夠以多種形式散佈為程式產品，並且將明白，實例性實施方案同等地適用，無論用於實際執行散佈的特定類型之信號承載媒體為何。信號承載媒體之實例包括但不限於可記錄類型媒體，例如軟碟、硬碟機、CD ROM、數位磁帶及電腦記憶體。

【0060】可組合上述各種實施方案以提供進一步實施方案。在與本文之教示內容及定義一致的情況下，本說明書中引用之所有美國專利、美國專利申請公開案、美國專利申請案、外國專利、外國專利申請案及非專利公開案之內容全文以引用方式併入本文中，包括：2014年10月24日申請之美國臨時專利申請案第62/068,392號、2015年10月23日申請之美國專利申請案第14/921,128號、2014年9月17日申請之美國臨時專利申請案第62/051,930號、2014年11月6日申請之美國臨時專利申請案第62/076,088號、2015年9月16日申請之美國專利申請案第14/856,046號、2012年8月3日申請之美國專利申請案第13/566,947號及2011年8月3日申請之美國臨時專利申請案第61/514,842號。若需要，

可修改實施方案之態樣，以採用各種專利、申請案及公開案之系統，電路及概念來提供更進一步之實施方案。

【0061】參酌上文實施方式，可對實施方案進行這些及其他變化。一般而言，在下文申請專利範圍中，所用術語不應被解釋為將申請專利範圍受限於本說明書及申請專利範圍中揭露的具體實施方案，而是應理解為包括所有可能的實施方案連同此申請專利範圍享有的均等物之全部範疇。因此，申請專利範圍不受限於本揭露。

【符號說明】

【0062】

100：手持式熱非接觸式電壓及電流測量裝置；測量裝置

102：處理器

104：非暫時性處理器可讀儲存媒體或記憶體

106：非接觸式電壓測量工具(NVMT)

108：非接觸式電流測量工具(NCMT)

110：成像工具

112：通訊子系統或介面

114：I/O介面

116：外部裝置

118：有線或無線通訊網路

120：目標場景

122：受檢測物件(電路)

200：測量裝置

202：外殼

203：輸入介面

204：顯示器子系統

205：手柄部分

206：前端部分

208：熱成像工具

300：測量裝置

302：第一外殼

304：第二外殼

306：纜線

308：顯示器子系統

310：使用者介面

312：熱成像工具

314：前端部分

316：非接觸式感測器

400：測量裝置

402：無線信號

500：測量裝置

502：行動裝置

504：非接觸式電壓測量工具

506：非接觸式電流測量工具

508：熱成像工具

510：外部系統

512：有線或無線通訊網路

- 600：測量裝置
- 602：主控裝置
- 604：顯示器子系統
- 606：成像工具
- 608：無線非接觸式感測器工具
- 610：行動裝置
- 612：閘道裝置
- 614：網路
- 616：外部系統
- 700：電連接器
- 702：第一電導體
- 704：第二電導體
- 706：第一位置
- 708：第二位置

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種非接觸式測量裝置，其包含：

一外殼；

一熱成像工具，其設置在該外殼中或設置在該外殼上，該熱成像工具在操作中偵測來自包括一電路的一目標場景之紅外線輻射，並且產生該電路之熱圖形影像資料；

一非接觸式電壓測量工具(NVMT)，其在操作中感測該電路之一絕緣導體中的一電壓，而無需流電地(galvanically)接觸該絕緣導體；

一非接觸式電流測量工具(NCMT)，其在操作中感測該電路之該絕緣導體中的一電流，而無需流電地接觸該絕緣導體；

一顯示器子系統；

至少一個非暫時性處理器可讀儲存媒體，其儲存處理器可執行指令或資料之至少一者；及

至少一個處理器，其通訊地耦合至該至少一個非暫時性處理器可讀儲存媒體、該熱成像工具、該 NVMT、該 NCMT及該顯示器子系統，且在操作中，該至少一個處理器：

接收來自該熱成像工具之熱圖形影像資料；

基於從該熱成像工具接收之該熱圖形影像資料的分析，將該電路中的高電阻電連接局部化；以及

使該 NVMT測量來自該高電阻電連接的電壓，或

使該 NCMT 測量來自該高電阻電連接的電流。

【第2項】

如請求項 1 之非接觸式測量裝置，其中該外殼不具有外部暴露之導電表面。

【第3項】

如請求項 1 之非接觸式測量裝置，其中該 NVMT、該 NCMT、或該顯示器子系統之至少一者設置在該外殼中或設置在該外殼上。

【第4項】

如請求項 1 之非接觸式測量裝置，其中該 NVMT 及該 NCMT 各自設置在該外殼中或設置在該外殼上。

【第5項】

如請求項 1 之非接觸式測量裝置，其中該 NVMT 或該 NCMT 之至少一者設置在一分開之外殼中，並且經由一有線或無線連接而通訊地耦合至該至少一個處理器。

【第6項】

如請求項 1 之非接觸式測量裝置，其中在操作中，該至少一個處理器使該 NVMT 測量來自該高電阻電連接的電壓，以及使該 NCMT 測量來自該高電阻電連接的電流，以及基於來自該高電阻電連接的電壓與來自該高電阻電連接的電流判定該高電阻電連接中電量。

【第7項】

如請求項 1 之非接觸式測量裝置，其中在操作中，該至少一個處理器：

估計在一段時期內該電路之該絕緣導體中之一電力損耗量；及

進行下列至少一個操作：

經由該顯示器子系統呈現該電力損耗量；或

透過一有線或無線通訊介面傳達該電力損耗量至一外部裝置。

【第8項】

如請求項7之非接觸式測量裝置，其中該段時期包含數天、數周、數月、或數年之至少一者。

【第9項】

如請求項7之非接觸式測量裝置，其中在操作中，該至少一個處理器相對於該絕緣導體中之一預期電力損耗量來估計該絕緣導體中之該電力損耗量。

【第10項】

如請求項7之非接觸式測量裝置，其中在操作中，該至少一個處理器：

判定與該電力損耗量相關聯之一所估計成本；及

經由該顯示器子系統呈現該所估計成本。

【第11項】

如請求項1之非接觸式測量裝置，其中該NVMT包含至少兩個非接觸式電壓感測器，該等非接觸式電壓感測器允許同時測量該電路之至少兩個不同位置。

【第12項】

如請求項1之非接觸式測量裝置，其中該NCMT包含一

磁通量閘感測器、一霍爾效應感測器、一 Rogowski 線圈、一變流器、或一巨磁阻 (GMR) 磁感測器之至少一者。

【第 13 項】

如請求項 1 之非接觸式測量裝置，其中該 NVMT 包含一電容式分壓器型電壓感測器、一參考信號型電壓感測器、或一多電容器型電壓感測器之至少一者。

【第 14 項】

如請求項 1 之非接觸式測量裝置，其中在操作中，該至少一個處理器：

接收來自該 NVMT 之該電壓感測器信號，該電壓感測器信號係在一測量時間間隔期間藉由該 NVMT 所獲得；

接收來自該 NCMT 之該電流感測器信號，該電流感測器信號係在該測量時間間隔期間藉由該 NCMT 所獲得；及

基於該電壓感測器信號及該電流感測器信號來判定至少一個交流電 (AC) 電氣參數。

【第 15 項】

如請求項 14 之非接觸式測量裝置，其中在操作中，該至少一個處理器引起該顯示器子系統呈現該至少一個 AC 電氣參數。

【第 16 項】

如請求項 14 之非接觸式測量裝置，其進一步包含操作地耦合至該至少一個處理器的一有線或無線通訊介面，其中該至少一個處理器在操作中經由該有線或無線通訊介面發送資料至至少一個外部裝置。

【第17項】

如請求項16之非接觸式測量裝置，其中該有線或無線通訊介面包含一無線通訊介面，該無線通訊介面在操作中以無線方式發送該資料至該至少一個外部裝置。

【第18項】

一種操作一非接觸式測量裝置之方法，該方法包含：
經由設置在該非接觸式測量裝置之一外殼中或該外殼上的一熱成像工具偵測來自包括一電路的一目標場景之紅外線輻射；

經由該熱成像工具產生該電路之熱圖形影像資料；
由至少一個處理器接收來自該熱成像工具之該熱圖形影像資料；

基於從該熱成像工具接收之該熱圖形影像資料的分析，將該電路中的高電阻電連接局部化；以及

使一非接觸式電壓測量工具(NVMT)測量來自該高電阻電連接的電壓，或使一非接觸式電流測量工具(NCMT)測量來自該高電阻電連接的電流。

【第19項】

如請求項18之方法，其進一步包含：
由該至少一個處理器估計在一段時期內該電路之該絕緣導體中之一電力損耗量；及
進行下列至少一個操作：

經由一顯示器子系統呈現該電力損耗量；或
透過一有線或無線通訊介面傳達該電力損耗量至

一外部裝置。

【第20項】

如請求項19之方法，其進一步包含：

由該至少一個處理器判定與該電力損耗量相關聯之一所估計成本；及

經由該顯示器子系統呈現該估計成本。

【第21項】

如請求項18之方法，其中該至少一處理器使該NVMT測量來自該高電阻電連接的電壓包含：透過使該NVMT用至少兩個非接觸式電壓感測器同時感測該高電阻電連接之兩個不同位置，以獲得在該高電阻電連接之該兩個不同位置之間的一電壓降。

【第22項】

一種非接觸式測量裝置，其包含：

一熱成像工具，其在操作中偵測來自包括一電路的一目標場景之紅外線輻射，並且產生該電路之熱圖形影像資料；

一非接觸式電壓測量工具(NVMT)，其在操作中感測該電路之一絕緣導體中的一電壓，而無需流電地(galvanically)接觸該絕緣導體；

一非接觸式電流測量工具(NCMT)，其在操作中感測該電路之該絕緣導體中的一電流，而無需流電地接觸該絕緣導體；

至少一個非暫時性處理器可讀儲存媒體，其儲存處理

器可執行指令或資料之至少一者；及

至少一個處理器，其通訊地耦合至該至少一個非暫時性處理器可讀儲存媒體、該熱成像工具、該 NVMT、及該 NCMT，並且在操作中，該至少一個處理器：

接收來自該熱成像工具之熱圖形影像資料；

基於從該熱成像工具接收之該熱圖形影像資料的分析，將該電路中的高電阻電連接局部化；

提供該電路中之該高電阻電連接之一指示；以及

使該 NVMT 測量來自該高電阻電連接的電壓，或使該 NCMT 測量來自該高電阻電連接的電流。

【發明圖式】

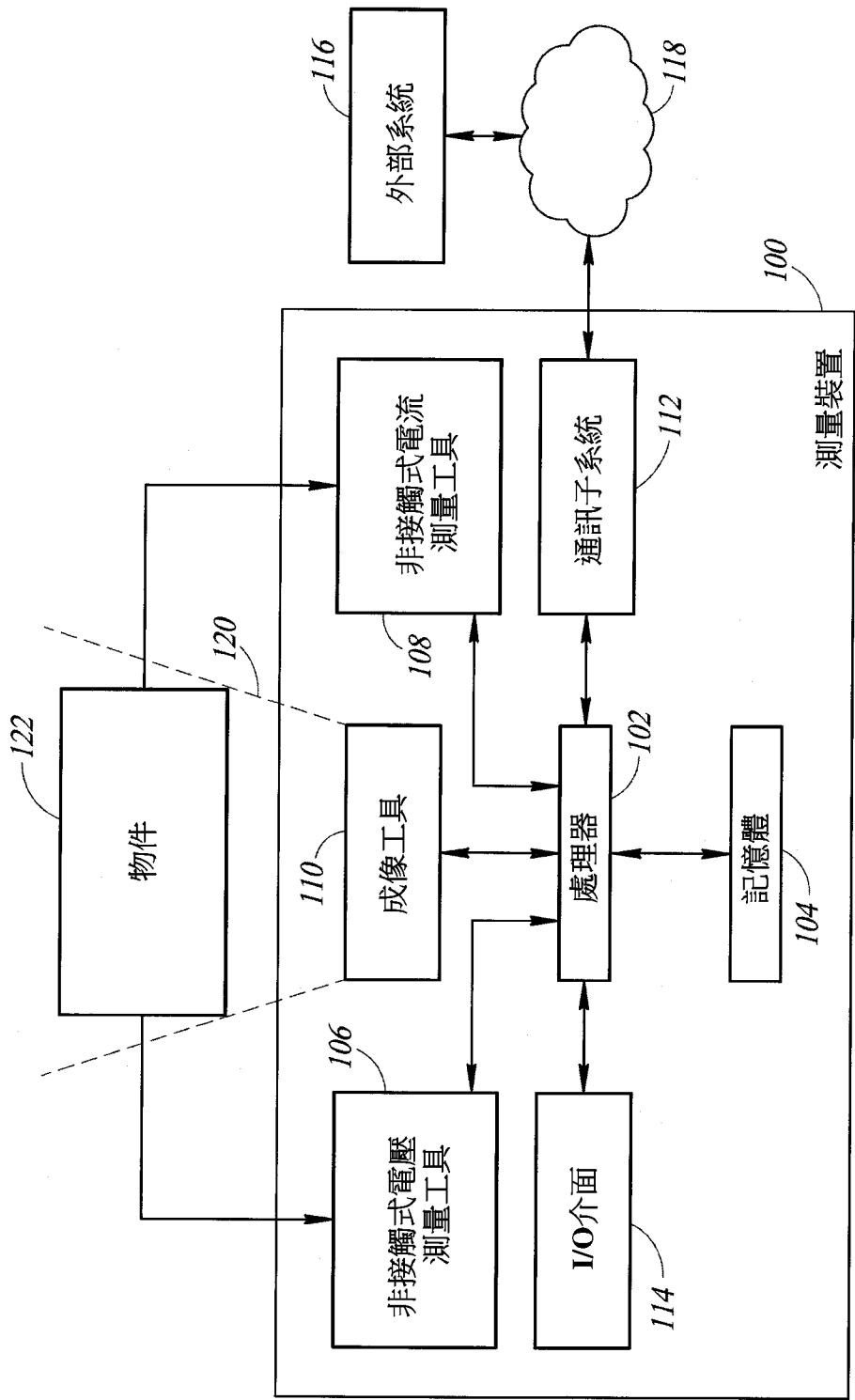


圖 1

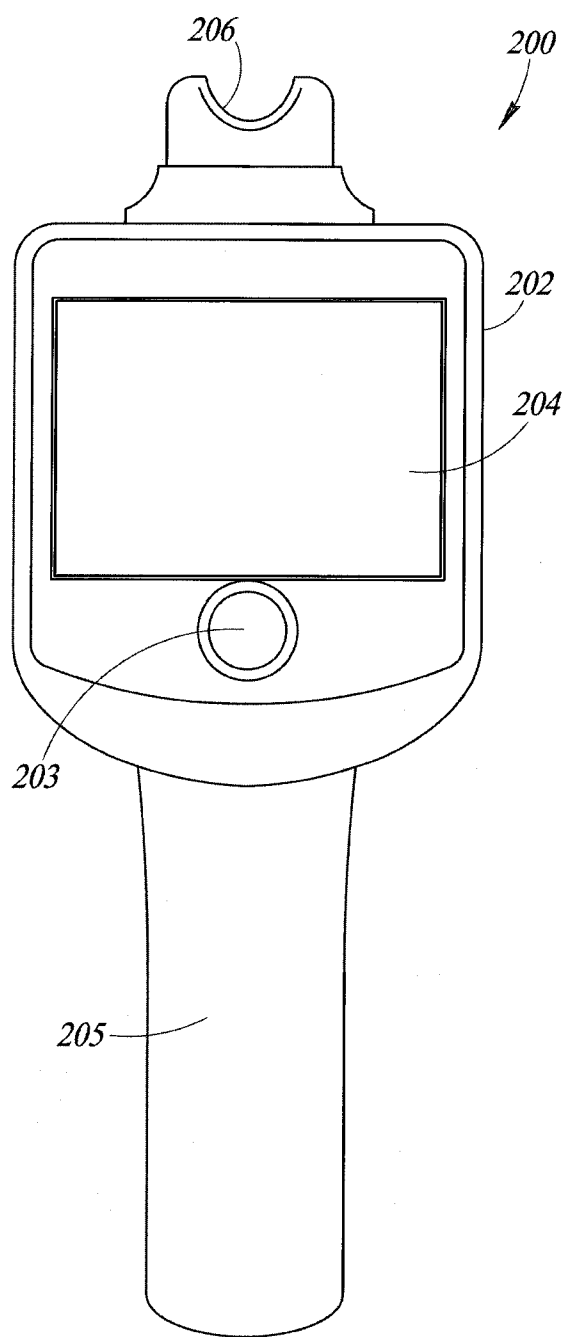


圖 2A

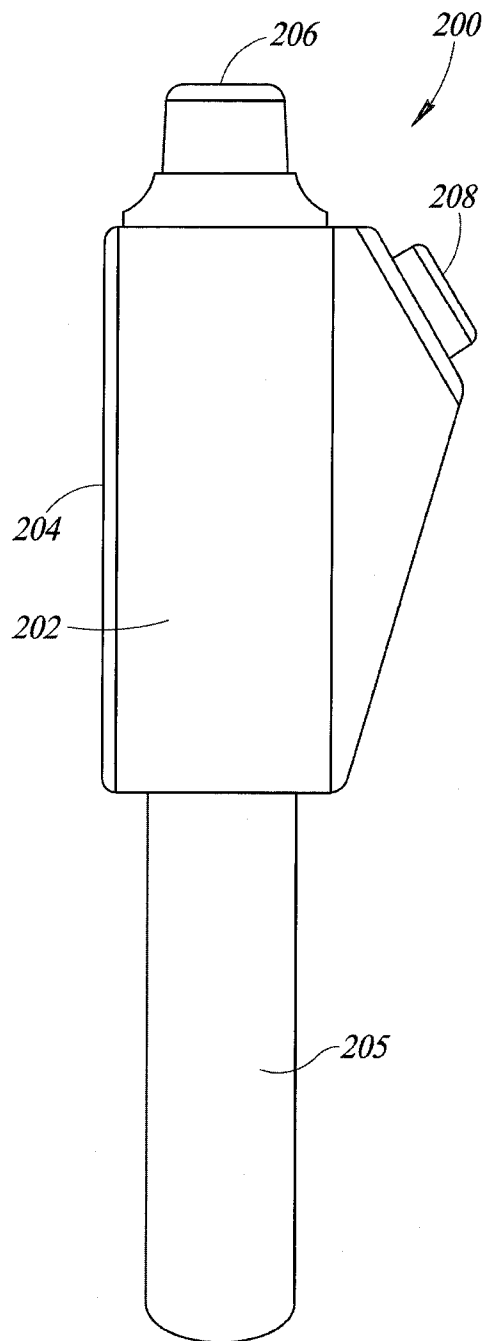


圖 2B

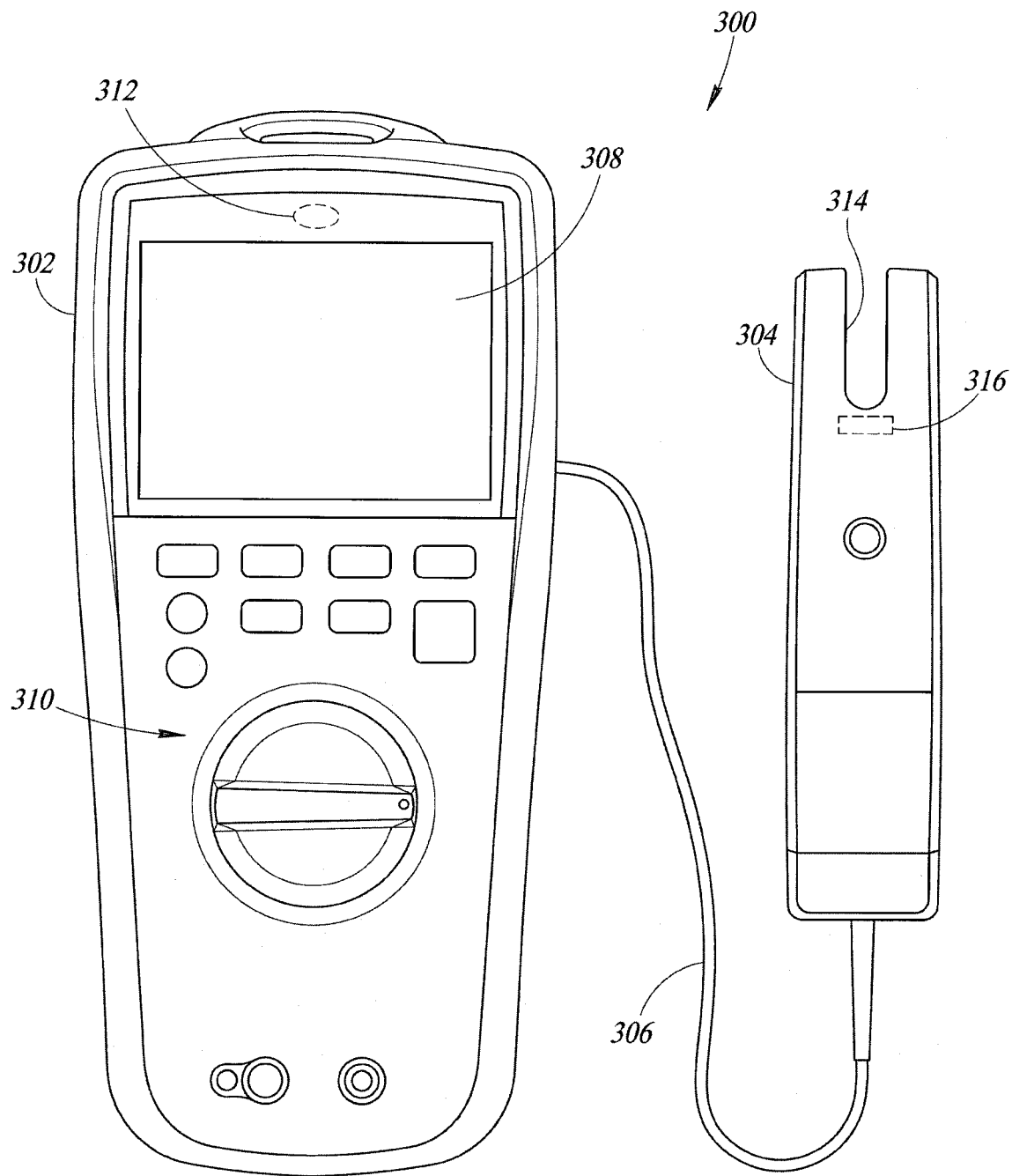


圖 3

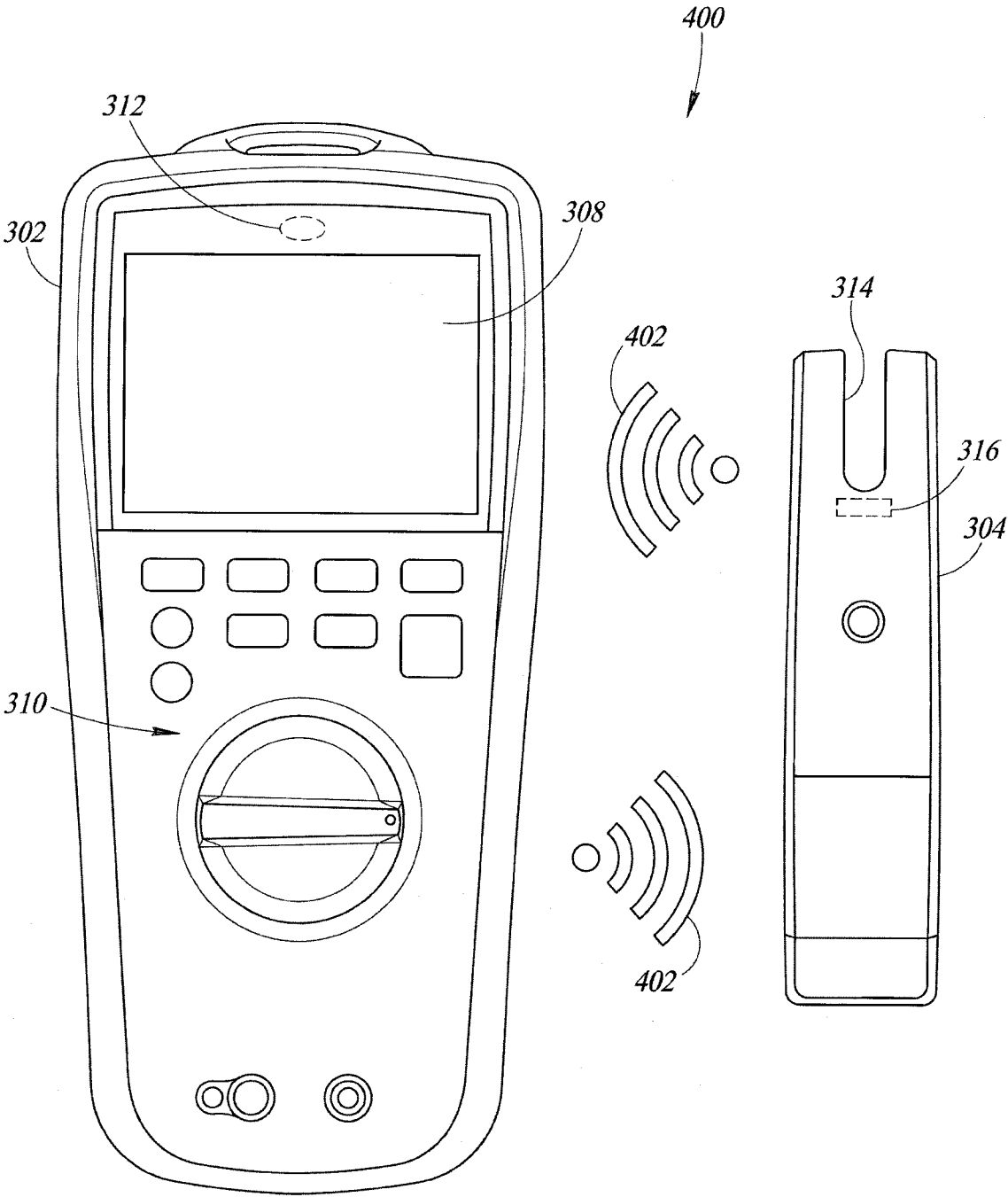


圖 4

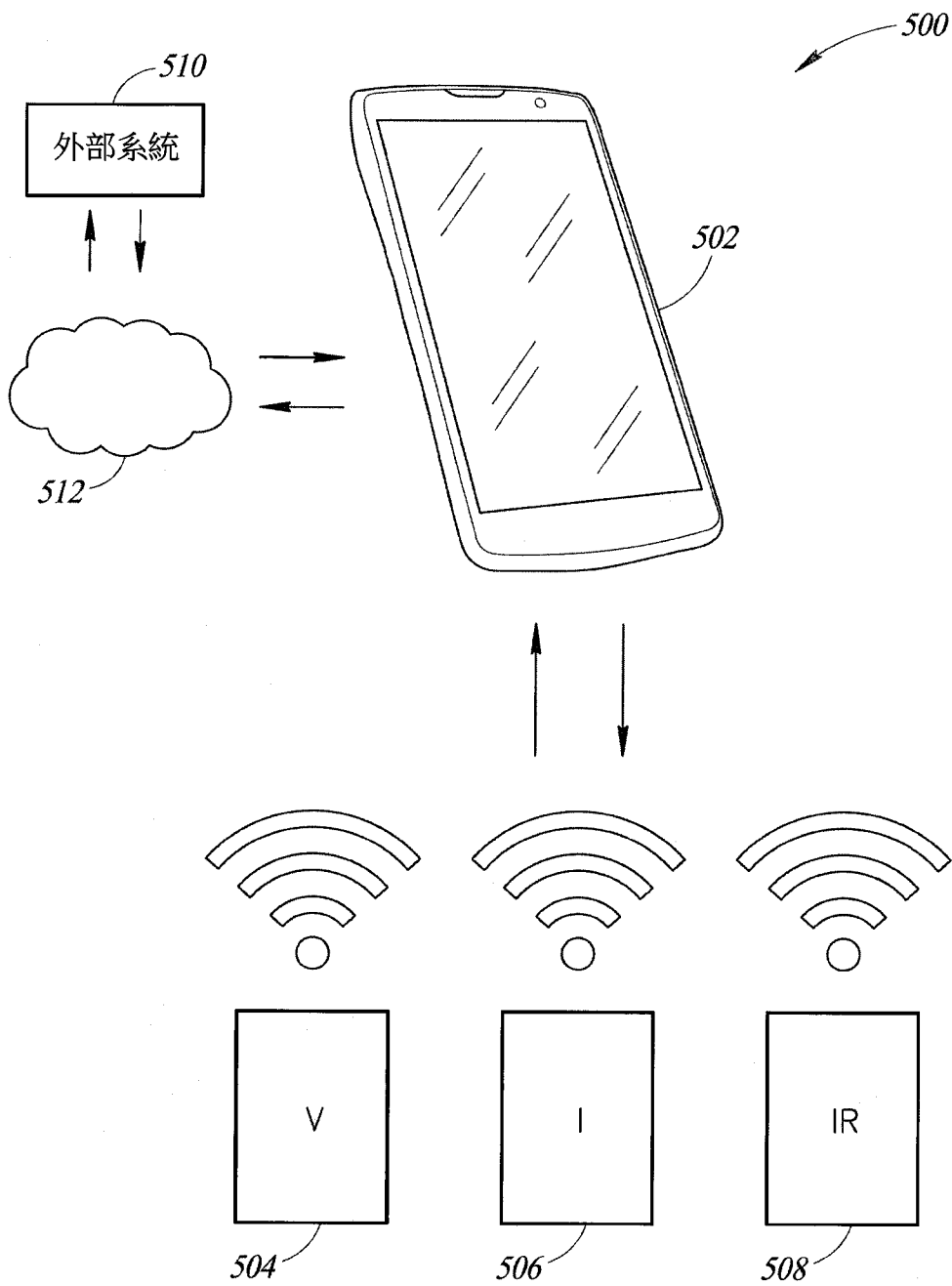


圖 5

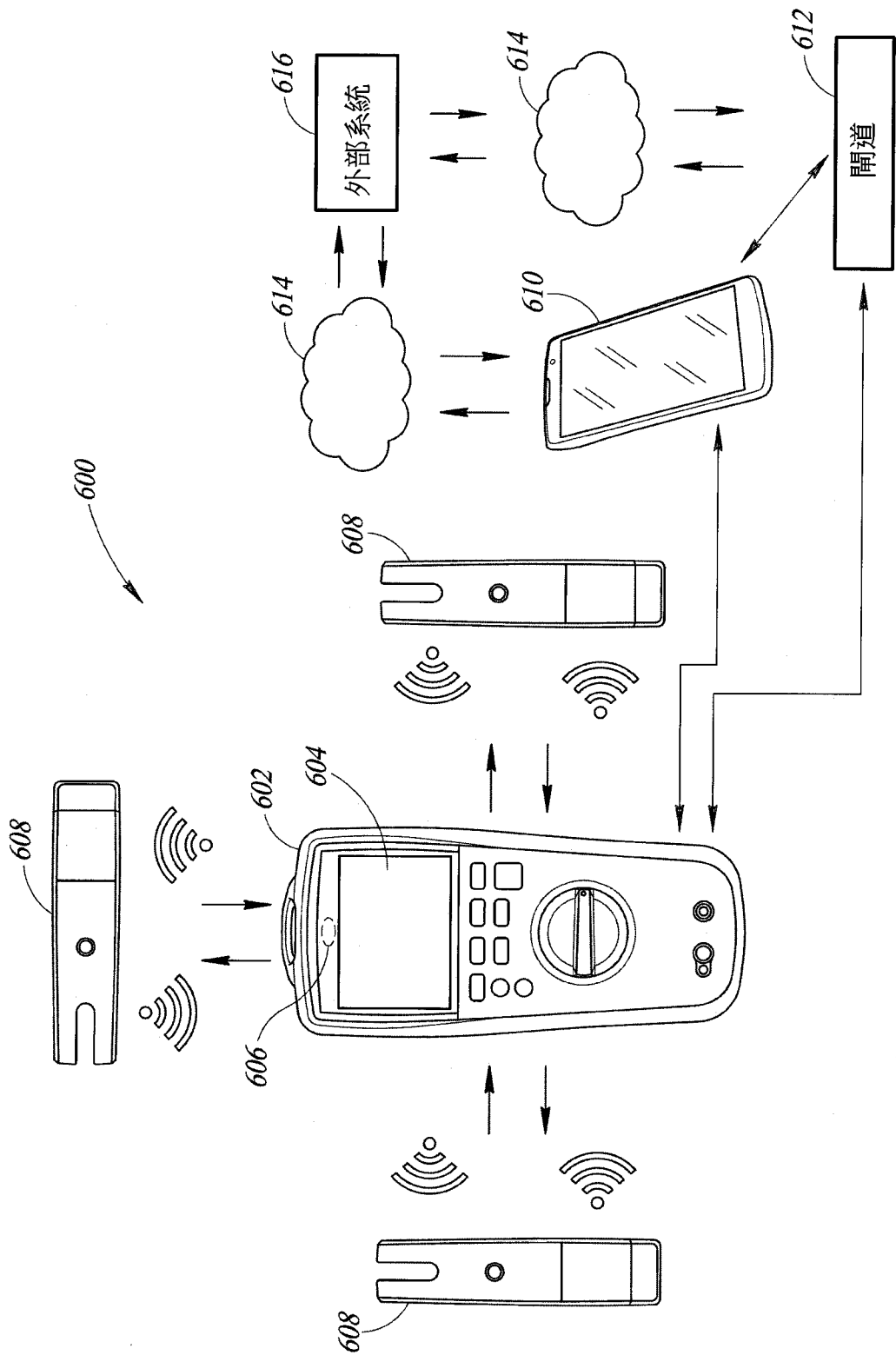


圖 6

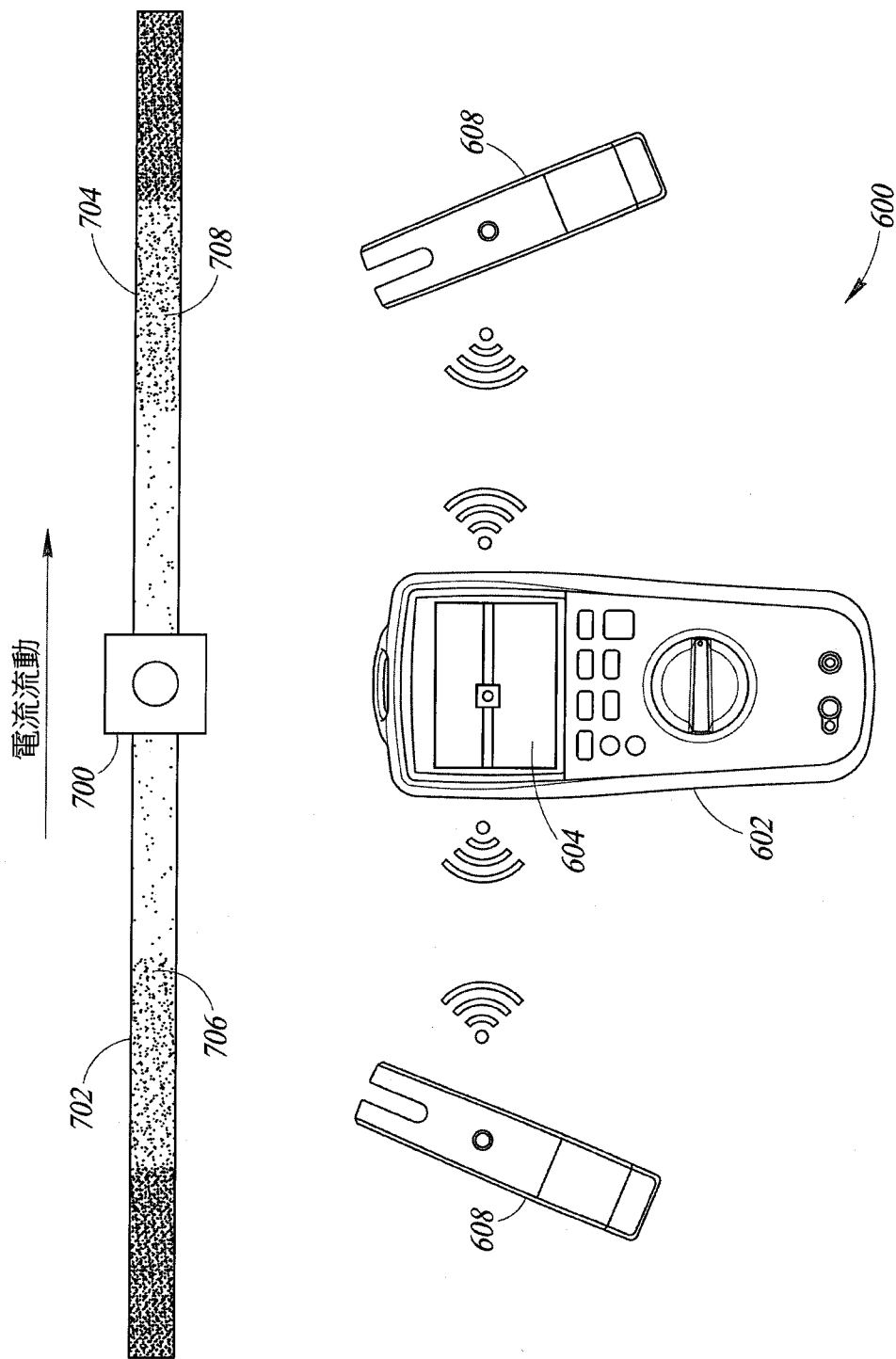


圖 7